

Text

AN: PAT 2002-270328

TI: Leakage current detection for piezoelectric actuator involves reporting error when fluctuating voltage at either or both switches and piezoelectric actuator exceeds predetermined threshold

PN: DE10033196-A1

PD: 17.01.2002

AB: NOVELTY - The switches (3a,3b,4) are operated by a control device (2) on a preset voltage to regulate the fuel injection quantity. When a piezoelectric actuator (5) is loaded, the voltage at either or both the actuator and the switches is monitored to detect voltage fluctuation. An error is reported when the voltage fluctuates exceeding a preset threshold. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for a leakage current detection device.; USE - For piezoelectric actuator of injection valve. ADVANTAGE - Detects even small leakage current, thereby enabling protective measures to be taken effectively. Switches OFF voltage supply to quickly unload actuator when error occurs to prevent danger of contact. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure is the block diagram explaining the leakage current detection method. Control device 2 Switch 3a,3b,4 Piezoelectric actuator 5

PA: (BOSC) BOSCH GMBH ROBERT; (GANG/) GANGI M; (MROS/) MROSIK M; (RUEG/) RUEGER J; (SCHU/) SCHULZ U;

IN: GANGI M; MROSIK M; RUEGER J; SCHULZ U; RUEGER J J;

FA: DE10033196-A1 17.01.2002; US6700301-B2 02.03.2004; FR2811432-A1 11.01.2002; SE200102402-A 08.01.2002; US2002041475-A1 11.04.2002; JP2002081341-A 22.03.2002; GB2368734-A 08.05.2002; GB2368734-B 18.09.2002; SE521604-C2 18.11.2003;

CO: DE; FR; GB; JP; SE; US;

IC: F02D-041/20; F02D-041/22; F02D-041/32; F02D-045/00; F02M-051/06; G01R-031/00; H01L-041/04; H01L-041/08; H01L-041/083; H02H-003/18;

MC: S01-D09; V06-M06D; X22-A05X; X22-A11;

DC: Q52; Q53; S01; V06; X22;

FN: 2002270328.gif

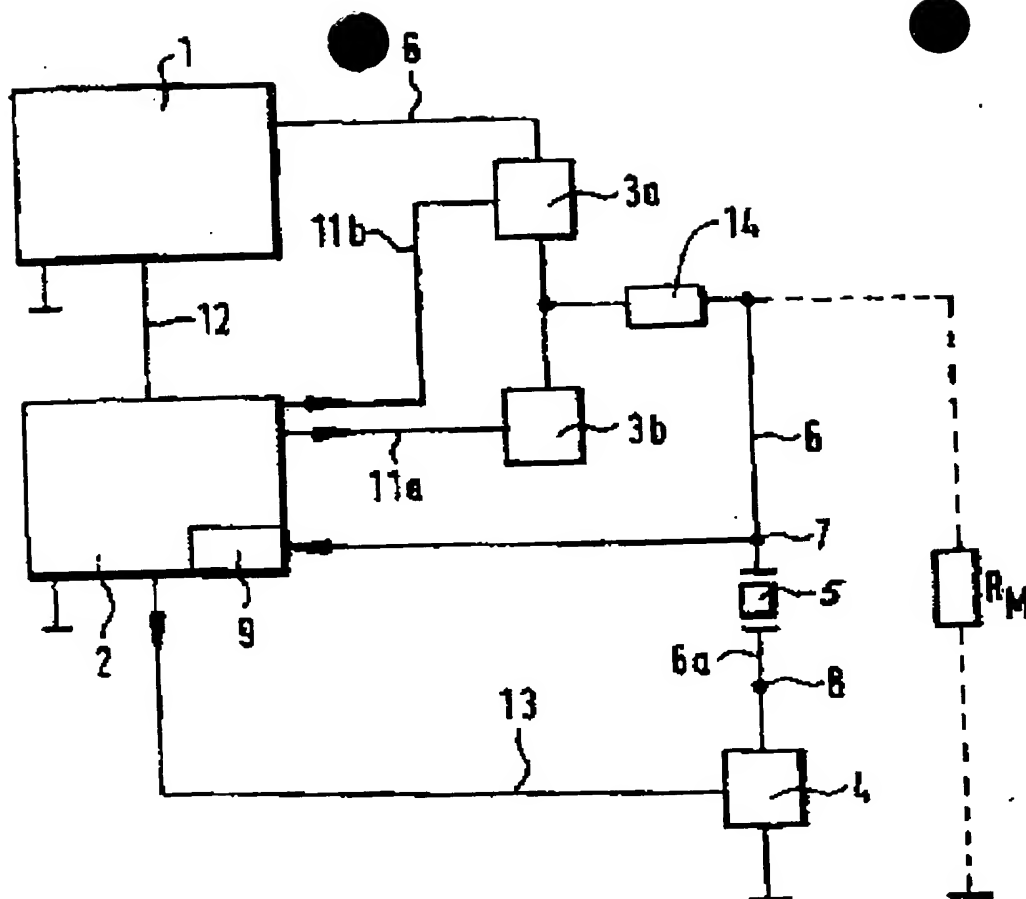
PR: DE1033196 07.07.2000;

FP: 08.01.2002

UP: 10.03.2004

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Docket # S 3-02P14125
Applic. # PCT/DE03/003635
Applicant: ERIC CHEMISKY ET AL.
Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 33 196 A 1**

51 Int. Cl. 7: **F 02 D 41/22**
F 02 D 41/20
F 02 M 51/06

21 Aktenzeichen: 100 33 196.3
22 Anmeldetag: 7. 7. 2000
43 Offenlegungstag: 17. 1. 2002

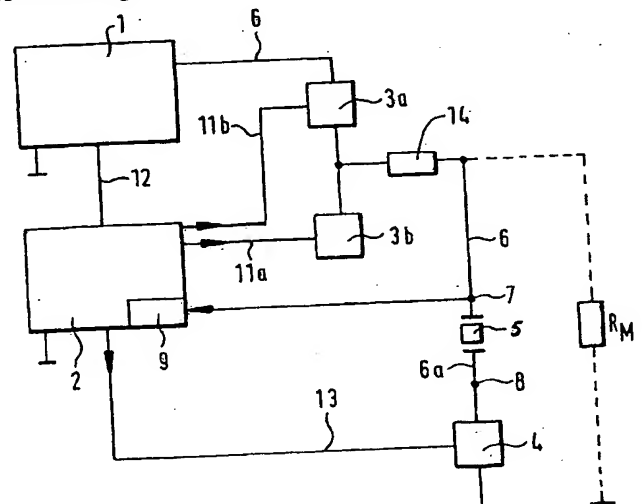
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Rueger, Johannes-Jörg, Dr., 71665 Vaihingen, DE;
Mrosik, Matthias, 70186 Stuttgart, DE; Gangi,
Marco, 73734 Esslingen, DE; Schulz, Udo, 71665
Vaihingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren bzw. Vorrichtung zur Erkennung eines Fehlerstromes an einem piezoelektrischen Aktor eines Einspritzventils oder an dessen Hochspannung führende Zuleitung

57 Erfindungsgemäß wird ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Erkennung eines Fehlerstromes an einem piezoelektrischen Aktor (5) eines Einspritzventils oder an dessen Hochspannung führende Leitung (6, 6a) vorgeschlagen. Da der Fehlerstrom beispielsweise durch Berührung eines Menschen im Vergleich zum Nutzstrom, der den Aktor auf- oder entlädt, relativ klein ist, ist eine direkte Strommessung nicht zuverlässig. Erfindungsgemäß wird daher vorgeschlagen, während der Einspritzung bzw. in einer Spritzpause, wenn der piezoelektrische Aktor (5) aufgeladen ist, den Spannungsverlauf oder eine Spannungsänderung (dU) zu messen und die Differenz mit einem vorgegebenen Schwellwert (S) zu vergleichen. Bei Überschreiten des Schwellwertes (S) wird eine Fehlermeldung ausgegeben, die Spannungsversorgung abgeschaltet und/oder der piezoelektrische Aktor (5) wird entladen. Der gemessene Fehler kann mit einem Zählalgorithmus gewichtet werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird somit ein größtmöglicher Berührungsschutz insbesondere für das Servicepersonal erreicht.



DE 100 33 196 A 1

DE 100 33 196 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren bzw. einer Vorrichtung zur Erkennung eines Fehlerstromes an einem piezoelektrischen Aktor eines Einspritzventils oder an dessen Hochspannung führende Zuleitung nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es ist schon bekannt, piezoelektrische Aktoren zum Steuern des Schaltventils bzw. der Düsenadel eines Einspritzventils mit einer Spannung bis zu mehreren 100 Volt, beispielsweise bis zu 200 Volt aufzuladen. Diese hohe Spannung stellt für das Servicepersonal unter Umständen eine gefährliche Spannungsquelle dar, die bei direkter Berührung der spannungsführenden Teile oder der Zuleitung zu gefährlichen Stromschlägen führen kann. Beispielsweise kann bei Berührung der Zuleitung ein Körperschluß gegen Masse zu einem Strom führen, der in der Größenordnung von 200 mA betragen kann. Gemäß geltenden Schutzvorschriften (z. B. VDE 100) darf ein solcher Strom nur für eine begrenzte Zeit auftreten, um das gefährliche Herzkammerflimmern zu verhindern. Die Messung und Erkennung eines Fehlerstromes ist jedoch nicht so einfach, da im Vergleich dazu der Nutzstrom mit ca. 20 bis 30 A einige Größenordnungen höher und somit der Fehlerstrom schwer zu erkennen ist.

Vorteile der Erfindung

- [0002] Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. deren Vorrichtung zur Erkennung eines Fehlerstromes an einem piezoelektrischen Aktor eines Einspritzventils oder an dessen Hochspannung führende Zuleitung mit den kennzeichnenden Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 11 hat demgegenüber den Vorteil, dass durch die Überwachung der Spannung oder deren Verlauf am aufgeladenen Aktor auch der relativ geringe Fehlerstrom erkennbar wird und somit Schutzmaßnahmen wirksam getroffen werden können.
- [0003] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass im Fehlerfall ein ermittelter Fehler durch einen Fehleralgorithmus gewichtet wird. Dadurch werden beispielsweise Fehlmessungen oder Störungen wirkungsvoll unterdrückt und nur tatsächlich vorliegende Fehler als solche ausgewertet.
- [0004] Vorteilhaft ist weiter, bei Auftreten eines tatsächlichen Fehlers die Spannungszuführung abzuschalten und auch den Aktor so schnell zu entladen, dass keine Berührungsgefährdung mehr entsteht. Dadurch wird der größtmögliche Schutz erreicht und Verletzungsgefahren weitgehend vermieden.
- [0005] Als einfache und besonders günstige Vorgehensweise wird angesehen, die Spannung zum Beginn und am Ende der Spritzpause zu ermitteln. Da die Spritzpause mit dem aufgeladenen Aktor nur einige Millisekunden, beispielsweise nur 2 ms dauern kann, ergibt sich bei einem Körperschluß eine signifikante Entladung des Aktors.
- [0006] Günstig ist auch, bei einem System mit Mehrfacheinspritzung die Spannungsüberwachung bei den einzelnen Einspritzimpulsen durchzuführen. So kann schon frühzeitig der Fehlerfall erkannt werden.
- [0007] Da in der Regel von der Spannungsversorgung mehrere Aktoren mit der Hochspannung versorgt werden, werden vorteilhaft alle Aktoren abgeschaltet, um die Sicherheit zu erhöhen.
- [0008] Günstig ist weiterhin, die Fehlerdiagnose in Form

eines Softwareprogramms auszubilden, da ein solches Programm relativ einfach erstellt werden kann. Ebenso lassen sich Änderungen leichter durchführen.

[0009] Das Softwareprogramm zur Fehlerdiagnose wird vorteilhaft in das Steuerprogramm für den Aktor mit einbezogen, so dass auf zusätzliche Installationen verzichtet werden kann.

Zeichnung

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in den nachfolgenden Beschreibungen näher erläutert.

[0011] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild,

[0012] Fig. 2 zeigt ein Flußdiagramm,

[0013] Fig. 3 zeigt ein Spannungsdiagramm und

[0014] Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm für die Fehlergewichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0015] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Blockschaltbild für einen Stromlaufplan. Eine Spannungsquelle 1 ist mit zwei in Reihe geschalteten ersten Schaltern 3a, 3b verbunden und liefert den Strom bzw. die Spannung zum Aufladen eines Piezo-Aktors 5. Zwischen den Schaltern 3a und 3b ist eine Induktivität 14 geschaltet, deren zweiter Anschluß über einen Kabelbaum 6 und einen Stecker 7 mit einem Anschluß eines Piezo-Aktors 5 verbunden ist. Ein zweiter Anschluß des Piezo-Aktors 5 ist über einen Stecker 8 und dem Kabelbaum 6a mit einem zweiten Schalter 4 verbunden, dessen Rückleitung mit der Rückleitung der Spannungsquelle 1 verbunden ist (Masseleitung). Sowohl die Spannungsquelle 1 als auch die Schalter 3a, 3b, 4 sind über Steuerleitungen 11a, 11b, 12, 13 mit einem Steuergerät 2 verbunden. Die Schalter 3a, 3b, 4 sind vorzugsweise als Halbleiterschalter ausgebildet, die sowohl einen hohen Strom durchlassen als auch spannungsfest sind gegen die hohe Ladespannung, die je nach Aktortyp bis 200 Volt oder mehr betragen kann. Antiparallel zu den Schaltern 3a, 3b, 4 sind Dioden geschaltet, um einen Strom in Gegenrichtung fließen zu lassen.

[0016] Üblicherweise sind an den ersten Schaltern 3a, 3b weitere Piezo-Aktoren 5 zu einer Bank parallel geschaltet. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurden diese jedoch weggelassen. Werden mehrere Aktoren zu einer Bank zusammengeschaltet, dann ist jedem Aktor 5 der zweite Schalter 4 in Reihe zum Aktor 5 geschaltet, um den zugeordneten Aktor 5 ansteuern zu können. In diesem Fall schaltet das Steuergerät 2 den zweiten Schalter 4 auf Durchlaß bzw. Sperren, so dass sich der Aktor aufladen bzw. entladen kann.

[0017] Mit Hilfe der ersten Schalter 3a, 3b kann der Stromfluß gesteuert werden. Dazu steuert das Steuergerät 2 die ersten Schalter 3a, 3b auf Durchlaß oder sperrt sie.

[0018] Das Steuergerät 2 weist des Weiteren eine Meßvorrichtung 9 auf, mit der die Spannung oder der Spannungsverlauf oder eine Spannungsänderung beispielsweise an den Steckern 7 und 8, am Aktor 5 und/oder am Kabelbaum 6, 6a meßbar ist. Die Steuerung 2 weist des Weiteren einen Rechner 10 auf, der alle erforderlichen Einheiten enthält und von einem entsprechenden Softwareprogramm gesteuert wird.

[0019] Die gestrichelte Leitung am Steckeranschluß 7 mit dem Widerstand R_M soll einen Ableitwiderstand darstellen, wie er beispielsweise bei Berührung durch einen Menschen auftreten kann. In einer Spritzpause, wenn beispielsweise der Piezo-Aktor 5 aufgeladen ist, erfaßt die Meßvorrichtung 9 am Stecker 7 die Spannung des Piezo-Aktors 5, so dass sie vom Steuergerät 2 ausgewertet werden kann sind beispiels-

weise die ersten Schalter 3a, 3b gesperrt, dann würde sich der Piezo-Aktor 5 über den Ableitwiderstand R_M mehr oder weniger schnell entladen, da der Ableitwiderstand R_M relativ niederohmig ist. Bei einer Kapazität von beispielsweise $6 \mu F$ des Piezo-Aktors 5 und einem angenommenen Ableitwiderstand R_M von $1 k \Omega$ ergibt sich eine Zeitkonstante von ungefähr 6 ms. Das bedeutet, dass der Aktor 5 z. B. in einer Spritzpause von 2 Millisekunden bei einem doppel-schaltenden Schaltventil um bis zu 60 Volt entladen wird. Vorzugsweise wird die Spannung am Ende der Spritzpause gemessen. Zu Beginn der Spritzpause ist eine Messung nicht erforderlich, da sich zu diesem Zeitpunkt der Aktor 5 auf die vom Steuergerät 2 vorgegebene Sollspannung aufgeladen hat. Aus diesen beiden Werten wird nach jedem Ladevorgang die Spannungsdifferenz dU ermittelt und mit einem vorgegebenen Schwellwert S verglichen. Liegt die Spannungsdifferenz dU unter dem vorgegebenen Schwellwert S , der beispielsweise empirisch festgelegt werden kann, dann kann daraus geschlossen werden, dass kein signifikanter Ableitstrom, wie er durch den Körperwiderstand R_M gebildet sein kann, vorliegt. Übersteigt dagegen die Differenz dU den vorgegebenen Schwellwert S , dann wird eine Fehlermeldung ausgegeben, die Spannungsquelle 1 so schnell wie möglich abgeschaltet und/oder der Piezo-Aktor 5 entladen. Dies erfolgt mit Hilfe der Schalter 3a, 3b, 4. Dadurch wird vorteilhaft, eine Gefährdung bei Berührung der Hochspannung führende Teile vermieden.

[0020] Um Fehlmessungen oder Störsignale auszublenden, wird alternativ die gemessene Fehlerspannung mit einem vorgegebenen Algorithmus gewichtet, bevor ein endgültiger Fehler identifiziert wurde. Dieses Verfahren wird später an Hand der Fig. 4 näher erläutert.

[0021] In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, auch zu Beginn der Spritzpause oder zwischen-durch den Spannungsverlauf zu erfassen und in Bezug auf den vorgegebenen Schwellwert S auszuwerten.

[0022] Anhand der Fig. 2 bis 4 wird die Funktionsweise des Verfahrens näher erläutert. Beim Flußdiagramm gemäß der Fig. 2 wird zunächst in Position 21 die Aktorspannung U_a während der Ansteuerung beispielsweise an dem Stecker 7 gemessen. In Position 22 wird die gemessene Aktorspannung U_a auf Plausibilität geprüft. Dieser Vorgang wird später anhand der Fig. 3 näher erläutert. In Position 23 erfolgt eine Fehlerentprellung gemäß der Fig. 4 und in Position 24 werden die Fehlerpfade aktualisiert.

[0023] Fig. 3 zeigt ein typisches Spannungsdiagramm für eine Mehrfacheinspritzung, wobei ein erster Spannungsimpuls A für eine Voreinspritzung und ein mehrfach gestufter Spannungsimpuls für eine Haupteinspritzung B über der Zeitachse t dargestellt sind. Bei der Voreinspritzung A verläuft das Spannungsdiagramm der vorgegebenen Spannung U_a im wesentlichen waagrecht, so dass in diesem Fall keine Spannungsabweichung dU innerhalb der Meßphase vorliegt. Somit werden auch die dargestellten Schwellen S nicht überschritten. Bei der Haupteinspritzung B fällt dagegen das obere Dach der Spannung U_a mit einer Differenz dU ab. Je nach dem, wie groß die Schwelle S ist, wird ein Ableitwiderstand R_M indiziert und kann gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Wichtung zu der Fehlermeldung führen.

[0024] Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm für die Erkennung und Wichtung von Fehlerzuständen bzw. der Fehlerentprellung. Für die Wichtung wird ein einfacher Zählalgorithmus vorgegeben. Im Prinzip wird nun jeder aufgetretene Fehler, d. h. jedes Überschreiten der Spannungsdifferenz dU über die Schwelle S aufsummiert und bei Unterschreiten der Schwelle S subtrahiert. Man erhält somit laufend einen Fehlerwert, der bei jeder nachfolgenden Messung erhöht oder erniedrigt wird. Erst wenn mehrere Fehler nacheinander ge-

messen werden und ein vorgegebener, applizierbarer Grenzwert z. B. 5 überschritten wird, dann kann davon ausgegangen werden, dass ein endgültiger Fehler (Defekt) vorliegt, der zu der Fehlermeldung und/oder Abschalten führt. Dieses Verfahren wird an Hand der Fig. 4 nachfolgend erläutert. Ausgehend von Position 36 wird angenommen, dass kein Fehler vorliegt und die Spannungsdifferenz dU innerhalb der Schwelle S liegt. Liegt gemäß dem Pfeil 31 die Istspannung dU außerhalb des Toleranzbandes für die Schwelle S , dann wird in Position 32 ein vorläufiger Defekt angenommen. Hierzu wird ein Entprellzähler gestartet, der bei jeder Messung iterativ auf- oder abwärts zählt. Zu diesem Zeitpunkt gilt der Fehler noch als vorläufig defekt. Hat der Entprellzähler in Position 34 den applizierbaren Grenzwert erreicht, dann liegt ein endgültiger Defekt vor, weil die Istspannung wiederholt außerhalb des Toleranzbandes für die Schwelle S lag. Liegt dagegen die Istspannung (Differenzspannung dU) innerhalb des Toleranzbandes, dann gilt der Fehler in Position 35 als vorläufig geheilt. Der Entprellzähler stellt sich auf den Wert OK, da sein Wert kleiner ist als der des applizierbaren Grenzwertes. Unterhalb des Grenzwertes liegt kein Fehlerzustand vor, bzw. der Zustand ist endgültig geheilt (Position 36).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Fehlerstromes an einem piezoelektrischen Aktor (5) eines Einspritzventils oder an dessen Hochspannung führende Zuleitung (6, 6a), wobei der Aktor (5) aus einer Spannungsquelle (1) mittels von einem Steuergerät (2) betätigten Schaltern (3a, 3b, 4) auf eine vorgegebene Spannung (U_a) auf- bzw. entladen wird, um die Einspritzmenge für den Kraftstoff zu steuern, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zeitspanne, in der der Aktor (5) aufgeladen ist, die Spannung (U_a) am Aktor und/oder an der Zuleitung (6, 6a) überwacht wird, dass eine Spannungsänderung (dU) ermittelt wird und dass bei Überschreiten der Spannungsänderung (dU) über eine vorgegebene Schwelle (S) ein Fehler gemeldet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ermittelte Fehler mittels eines Algorithmus gewichtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Überschreiten der vorgegebenen Schwelle (S) die Spannungszuführung abgeschaltet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor (5) so schnell entladen wird, dass insbesondere keine Berührungsgefährdung entsteht.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung (U_a) zum Beginn und am Ende der Spritzpause ermittelt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als erster Spannungswert zu Beginn der Spritzpause die vom Steuergerät (2) vorgegebene Sollspannung verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem System mit Mehrfacheinspritzung die Spannungsüberwachung bei allen Einspritzimpulsen erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Fehlerfall die Abschaltung und/oder Entladung aller Aktoren (5) erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fehlerdiagnose

als Softwareprogramm ausgebildet ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Softwareprogramm Bestandteil eines Steuerprogramms für den Aktor (5) ist.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens 5 nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Spannungsquelle (1), mit einem programmgesteuerten Rechner (10) und mit wenigstens einem Schalter (3a, 3b, 4), der mit der Spannungsquelle (1) und im Aktor (5) in Reihe geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, 10 dass eine Meßvorrichtung (9) vorgesehen ist, die die Spannung (U_a) am Aktor (5) und/oder der Zuleitung (6, 6a) in einer Spritzpause erfaßt, dass der Rechner (10) aus wenigstens zwei erfaßten Spannungswerten 15 die Spannungsdifferenz (dU) bildet und diese mit einem vorgegebenen Schwellwert (5) vergleicht, und dass der Rechner (10) ausgebildet ist, beim Überschreiten des Schwellwertes (S) die Spannungsquelle (1) abzuschalten, den Aktor (5) zu entladen und/oder eine 20 Warnmeldung auszugeben.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

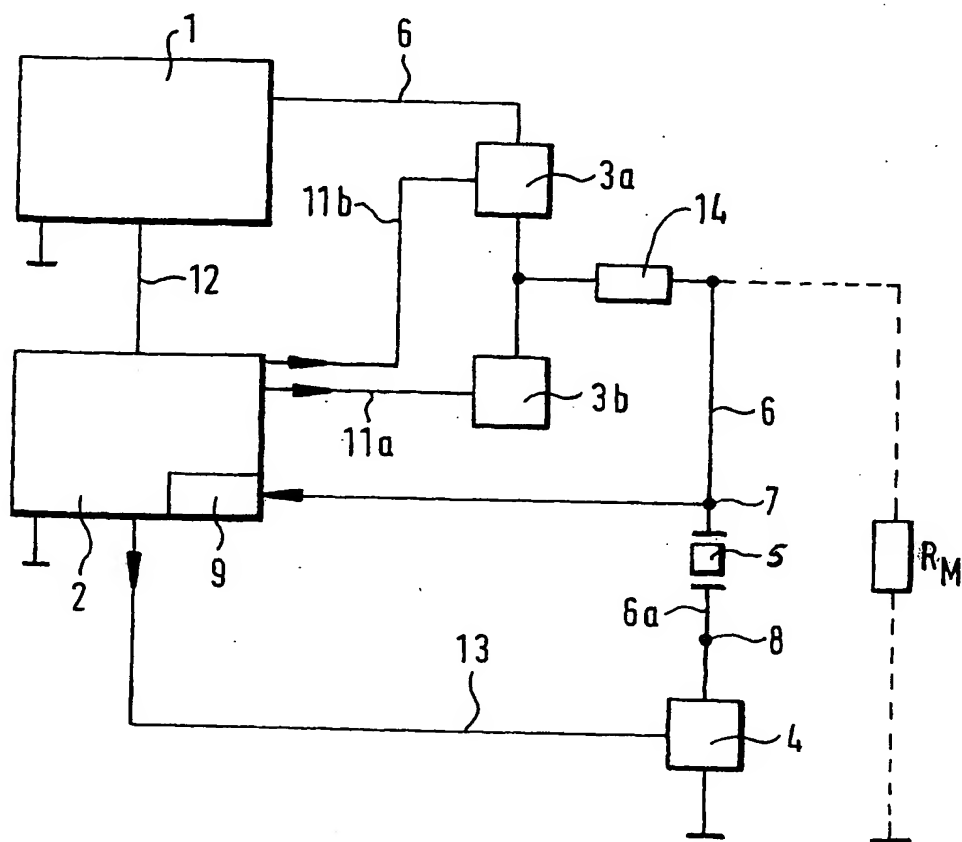
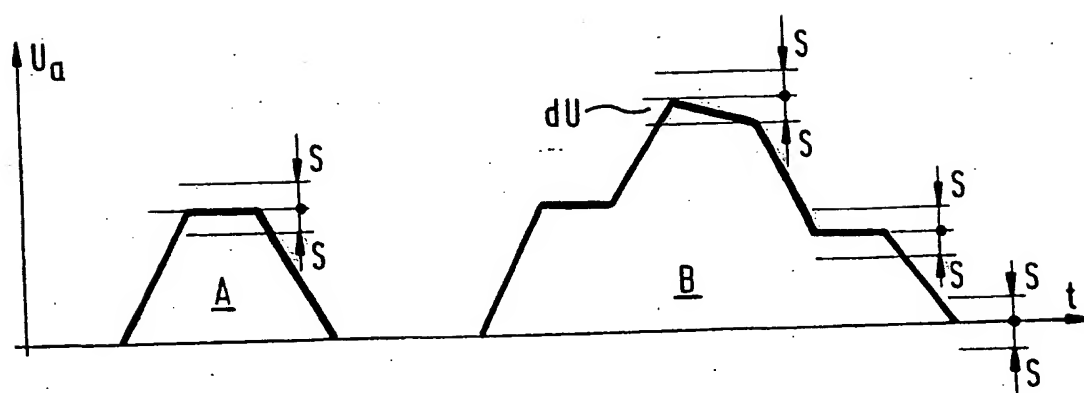
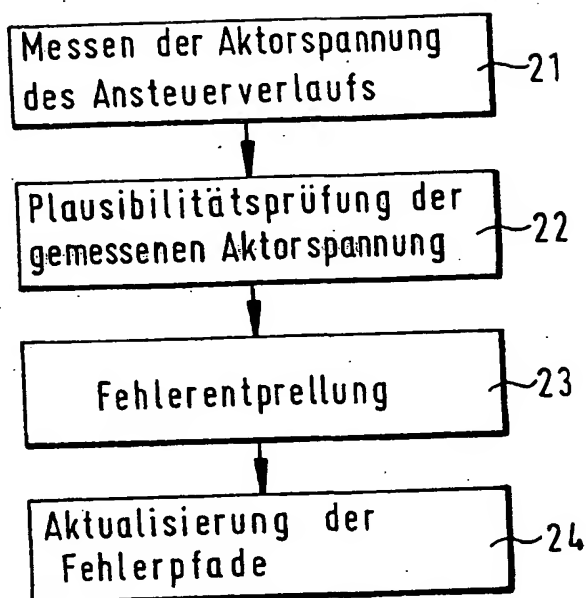


Fig. 1



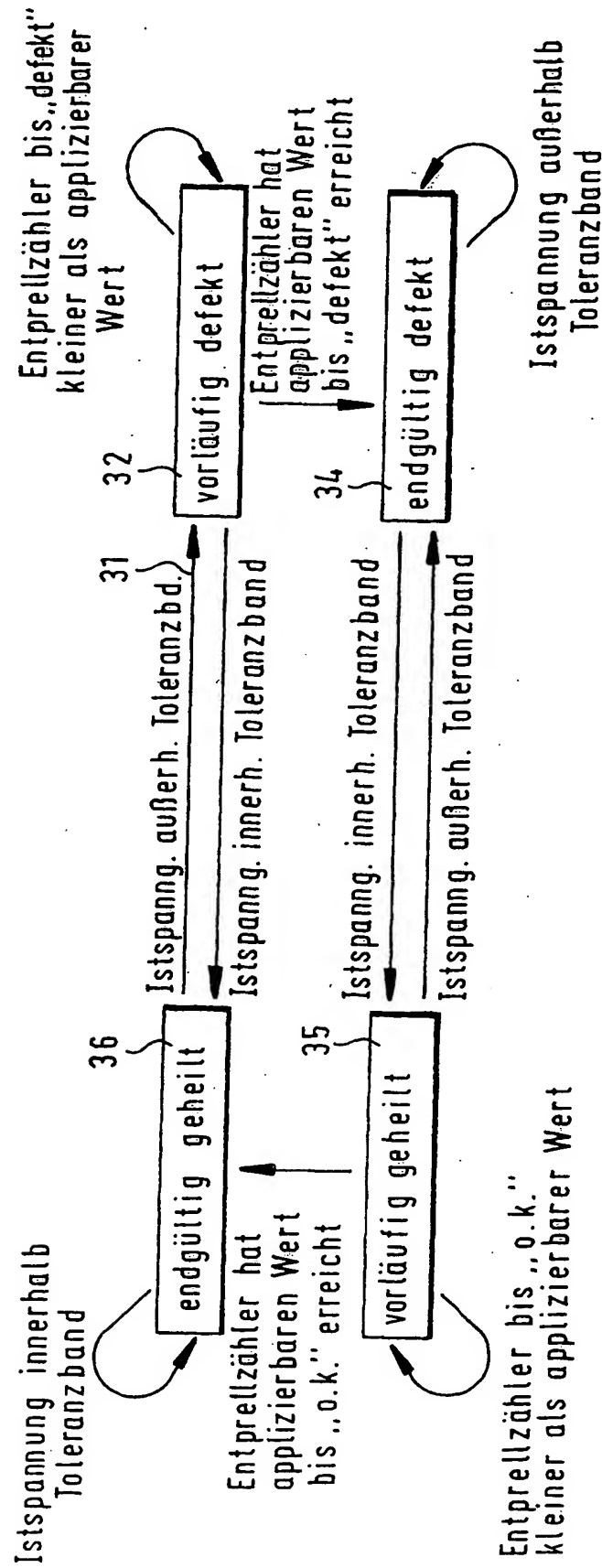


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)